



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 24.10.73 (P. 166076)

Pierwszeństwo: 30.10.72 Stany Zjednoczone  
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 01.10.74

Opis patentowy opublikowano: 30.07.1977

MKP H03b 5/18

Int. Cl.<sup>2</sup>  
H03B 5/18

Twórca wynalazku: \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Texas Instruments Incorporated, Dallas (Stany  
Zjednoczone Ameryki)

### Generator ze sprzężeniem zwrotnym

1

Przedmiotem wynalazku jest generator ze sprzężeniem zwrotnym zawierający w pętli sprzężenia zwrotnego linię opóźniającą, w której wykorzystane jest zjawisko fali powierzchniowej.

W układach telekomunikacyjnych istnieje potrzeba modulacji częstotliwościowej sygnału wyjściowego z generatorów. Jednakże zapewnienie równoczesnej wysokiej stabilności częstotliwości i szerokiego pasma modulacji wymagają spełnienia sprzecznych wymagań na pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego generatora. Stabilność częstotliwości generatora zależy od nachylenia charakterystyki kąta fazowego pętli sprzężenia. Nachylenie charakterystyki kąta fazowego obwodu rezonansowego LC lub rezonatora kwarcowego jest funkcją ich dobroci  $Q$ . Im wyższa jest dobroć  $Q$ , tym większe jest nachylenie charakterystyki kąta fazowego i tym większa stabilność częstotliwości.

Znane są generatory zawierające linię opóźniającą z falą powierzchniową oraz wzmacniacz. Linia opóźniająca ma wejściowy i wyjściowy przetwornik oraz element z materiału piezoelektrycznego.

Znana jest na przykład z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3581248 linia opóźniająca z falą powierzchniową stosowana w generatorach ze sprzężeniem zwrotnym.

Związek pomiędzy nachyleniem charakterystyki kąta fazowego i dobrocią  $Q$  dla obwodu rezonansowego określa się z wyrażenia na kąt fazowy równoległego obwodu rezonansowego:

2

$$\theta = \operatorname{ctg} \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R} \quad (1)$$

- 5 Nachylenie charakterystyki kąta fazowego otrzymuje się przez zróżniczkowanie równania (1):

$$\frac{d\theta}{dF} = 2\pi \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2} \cdot \frac{\left[-\left(\frac{1}{\omega C} + \omega L\right)\right]}{\omega R} \quad (2)$$

które dla  $\omega = \omega_0$  przyjmie postać:

$$\frac{d\theta}{dF} = \frac{2\pi (-2) \omega_0 L}{\omega_0 R} \quad (3)$$

Podstawiając  $Q$  zamiast  $\frac{\omega_0 L}{R}$ , a  $2\pi F_0$  zamiast  $\omega_0$  otrzymujemy wyrażenie

$$\frac{d\theta}{dF} = \frac{-2Q}{F_0} \quad (4)$$

Wprowadzając do tego równania stopnie zamiast radianów, nachylenie charakterystyki kąta fazowego dla częstotliwości  $F_0$  równe jest

$$\frac{d\theta}{dF} = (-114,6^\circ) \frac{Q}{F_0} \quad (5)$$

Wartość otrzymana na podstawie wyrażenia (4) pokrywa się w przybliżeniu z wartością określoną na podstawie uniwersalnej krzywej rezonansowej, charakteryzującej się prawie liniowym na-

chyleniem charakterystyki kąta fazowego w zakresie  $\pm 25^\circ$  i średnim nachyleniem charakterystyki kąta fazowego w tym zakresie równym —  $100^\circ \frac{Q}{F_0}$ .

Typowa wartość dobroci  $Q$  dla obwodu LC wynosi 1 do 100, jednakże można zbudować specjalne obwody LC o większych wartościach dobroci kosztem ich rozmiarów. Szczególnie duże wartości dobroci  $Q$  uzyskuje się dla rezonatorów kwarcowych od 10 000 do 100 000, a w specjalnych przypadkach nawet 1 000 000. Podstawiając do równania (4) wartości  $Q$  tego rzędu oraz typowe wartości częstotliwości rezonansowej spotykanej w układach łączności, otrzymuje się w przypadku generatora z układem LC płaski przebieg charakterystyki kąta fazowego świadczący o dużej dewiacji częstotliwości i małej jej stabilności, natomiast stromy przebieg charakterystyki kąta fazowego dla generatora z rezonatorem kwarcowym świadczy o bardzo dobrej stabilności częstotliwości i bardzo małej możliwości dewiacji częstotliwości. Różnorodne zastosowanie generatorów, a szczególnie przy bardzo wielkich częstotliwościach i ultrawielkich częstotliwościach lub jeszcze wyższych, wymaga obwodów o dobrociach  $Q$  rzędu 10 do 10 000.

Dalszym problemem jest otrzymanie częstotliwości roboczych generatorów kwarcowych powyżej 10 MHz, gdyż powyżej tej częstotliwości płytki kwarcowe są tak cienkie, że ich wykonanie jest praktycznie niemożliwe i wymaga wykorzystywania częstotliwości harmonicznych płytki kwarcu lub powielaczy częstotliwości.

Stwierdzono, że element, w którym występuje fala powierzchniowa charakteryzuje się dobrocią  $Q$  rzędu 100 do 10 000, częstotliwością niezależną od nachylenia charakterystyki kąta fazowego i strukturą pozwalającą na praktyczną realizację generatorów dla częstotliwości pracy powyżej 10 MHz.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji generatora spełniającego powyższe wymagania, mającego dobroć  $Q$  pośrednią między dobrocią obwodu LC i dobrocią rezonatora kwarcowego oraz dobrą stabilność częstotliwości w zadanym zakresie temperatur.

Dalszym celem wynalazku jest opracowanie generatora z wykorzystaniem zjawiska fali powierzchniowej, w którym charakterystyka amplitudowa i nachylenie charakterystyki kąta fazowego w pętli sprzężenia zwrotnego są niezależne, umożliwiając tym samym optymalne zaprojektowanie układu o wysokiej stabilności i dużej możliwości dewiacji częstotliwości oraz ekonomicznego w produkcji i odpornego na zmiany warunków otoczenia.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że przetworniki wejściowy i wyjściowy linii opóźniającej mają pośrodku pomiędzy sobą wstępnie dobraną swobodną przestrzeń oraz z góry założoną ilość elektrod do wytwarzania sygnału dodatniego sprzężenia zwrotnego o pożądanej charakterystyce fazowej i amplitudzie proporcjonalnej do nachylenia fazowego. Generator zawiera pętlę generacyjną posiadającą obwód dopasowy-

wania impedancji pomiędzy wzmacniaczem a linią opóźniającą z falą powierzchniową.

Przetworniki wejściowy i wyjściowy mają wybraną liczbę okresów o częstotliwości roboczej i ośrodki selektywnie oddzielone tą wybraną liczbą okresów o częstotliwości roboczej. Ośrodki te współpracują w uzyskaniu odpowiedzi amplitudowej i odpowiedzi fazowej linii opóźniającej z falą powierzchniową przy częstotliwości szczytowej odpowiedzi amplitudowej linii opóźniającej i w przybliżeniu równej częstotliwości, przy której przesunięcie fazy w pętli generatora jest zerowe oraz umożliwiają umieszczenie zerowego przesunięcia fazowego linii opóźniającej z falą powierzchniową, w przybliżeniu przy maksimum charakterystyki w środku krzywej rezonansowej oraz dla uzyskania wąskiej krzywej rezonansowej dla zapobieżenia wahaniom częstotliwości.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy generatora ze sprzężeniem zwrotnym zawierającego w pętli sprzężenia zwrotnego linię opóźniającą z falą powierzchniową, fig. 2A — linię opóźniającą z falą powierzchniową zawierającą przetworniki wejściowy i wyjściowy o częstotliwości  $N$  cykli, pomiędzy którymi zachodzi opóźnienie w czasie wynoszące  $N$  dzielone przez częstotliwość środkową oraz charakterystykę fazową i amplitudową, fig. 2B — linię opóźniającą z falą powierzchniową z fig. 2A, mającą przetworniki wejściowy i wyjściowy, pomiędzy którymi występuje opóźnienie trzykrotnie większe od opóźnienia między przetwornikami na fig. 2A oraz charakterystykę fazową i amplitudową, fig. 2C — linię opóźniającą z falą powierzchniową z fig. 2B, mającą przetworniki wejściowy i wyjściowy o długości trzykrotnie większej niż przetworniki na fig. 2B oraz charakterystykę fazową i amplitudową, fig. 3 — schemat elektryczny generatora z wykorzystaniem efektu fali powierzchniowej według wynalazku; fig. 4 — charakterystykę elementu z falą powierzchniową wykorzystywanego w generatorze według wynalazku.

Generator wykorzystujący zjawisko fali powierzchniowej, przedstawiony na fig. 1, zawiera wzmacniacz 10 dołączony do obwodu wyjściowego 12 dopasowującego impedancję, mającego zacisk wyjściowy 14 do dołączania obciążenia (nie pokazanego) oraz wyjście do dołączania do linii opóźniającej 16 z falą powierzchniową w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego. Wyjście linii opóźniającej 16 z falą powierzchniową dołączono, poprzez wejściowy obwód 18 dopasowujący impedancję, do wejścia wzmacniacza 10. Aby powstały oscylacje, należy spełnić dwa podstawowe warunki; po pierwsze, całkowite wzmocnienie w pętli sprzężenia zwrotnego musi być równe jednocy, po drugie, przesunięcie fazy w pętli sprzężenia zwrotnego musi być równe 0 lub musi być wielokrotnością  $2\pi$ .

Dla spełnienia pierwszego warunku, wzmacniacz 10 ma wzmocnienie wystarczające do skompensowania strat w pętli sprzężenia zwrotnego i pozwalające na przekazanie odpowiedniej mocy do obciążenia. Aby spełnić drugi warunek, zaprojektowano linię opóźniającą z falą powierzchniową w

ten sposób, że całkowite przesunięcie fazy w pętli sprzężenia zwrotnego wynosi 0 dla częstotliwości roboczej, po uwzględnieniu wszystkich elementów przesuwających fazę znajdujących się w pętli. Możliwość niezależnego wpływania na charakterystykę amplitudową i przesunięcie fazowe linii opóźniającej z falą powierzchniową umożliwia osiągnięcie najlepszego kompromisu pomiędzy wysoką stabilnością a możliwością dewiacji częstotliwości generatora.

Dla zmodulowania sygnału z generatora według wynalazku należy zmieniać przesunięcie fazowe wprowadzane przez jeden z elementów pętli sprzężenia zwrotnego. Na podstawie wykresu przesunięcia fazowego w funkcji częstotliwości dla elementu z falą powierzchniową można określić o ile powinna zmienić się częstotliwość generatora dla zachowania całkowitego przesunięcia kąta fazowego w pętli sprzężenia równego zero. W przypadku zastosowania jako obwód dopasowujący impedancję czwórnika strojonego równolegle można ten obwód odstroić od rezonansu w granicach  $\pm 30^\circ$  zachowując zasadniczo liniowe przesunięcie fazowe. Wobec tego, element z falą powierzchniową zaprojektowano tak, że umożliwia on zmianę częstotliwości w granicach odpowiadających  $\pm 30^\circ$  przesunięciu fazowemu na zboczu charakterystyki fazowej.

W ogólnym przypadku linii opóźniającej o czasie opóźnienia  $T_d$ , nachylenie kąta charakterystyki fazowej określone jest równaniem:

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta F} = (-360^\circ) T_d \quad (5)$$

Dla szczególnego przypadku liniowej charakterystyki fazowej linii opóźniającej z falą powierzchniową wygodnie jest określić opóźnienie za pomocą liczby  $N'$ , równej ilości cykli częstotliwości radiowej dla częstotliwości roboczej  $F_0$ , tak że  $T_d = \frac{N'}{F_0}$ . Podstawiając to wyrażenie do wyrażenia (5) otrzymujemy:

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta F} = (-360^\circ) \frac{N'}{F_0}$$

Z wyrażenia tego wynika, że dla linii opóźniającej z falą powierzchniową, dobroć  $Q$  można określić jako  $Q = 3,6 N'$ , co oznacza, że zastępcza dobroć  $Q$  dla generatora sterowanego falą powierzchniową jest wprost proporcjonalna do ilości cykli częstotliwości radiowej określającej opóźnienie linii dla częstotliwości roboczej. Zastępczą dobroć  $Q$  linii opóźniającej z falą powierzchniową można powiększyć przez zwiększenie opóźnienia linii. Jak to przedstawia fig. 1, linia opóźniająca z falą powierzchniową składa się z dwóch przetworników 20 i 22 z elektrodami w formie zachodzących na siebie grzebleni naniesionych na piezoelektryczne podłoże 24. Szybkość akustycznej fali powierzchniowej w materiale podłoża jest około  $10^5$  razy niższa niż szybkość fali elektromagnetycznej w powietrzu. Szybkość ta określa długość fali akustycznych w liniach opóźniających, w których podłoża są wykonane z różnych materiałów.

Charakterystyki amplitudową i fazową linii opóźniającej z falą powierzchniową można zmieniać niezależnie od siebie. Charakterystyka ampli-

tudowa zależy od liczby cykli częstotliwości radiowej lub ilości par elektrod w pojedynczym przetworniku. Dla przetwornika z falą powierzchniową o liczbie  $N$  par elektrod lub cykli częstotliwości radiowej dla określonej częstotliwości  $F_0$ , jego odpowiedź czasowa jest impulsem o prostokątnej obwiedni i długości  $T_d = \frac{N}{F_0}$ .

Taka odpowiedź czasowa jest równoważna odpowiedzi częstotliwościowej  $\frac{\sin X}{X}$  w otoczeniu czę-

stotliwości  $F_0$ . Całkowita odpowiedź linii opóźniającej jest iloczynem odpowiedzi przetwornika wejściowego i wyjściowego. Jeśli oba przetworniki mają taką samą ilość par elektrod, łączna odpowiedź

częstotliwościowa będzie równa  $\left(\frac{\sin X}{X}\right)^2$ . Pasma 6-

-decybelowe dla odpowiedzi tego typu jest z du-

że dokładnością równe wyrażeniu  $\frac{F_0}{N}$ . Charakterystyka fazowa linii opóźniającej jest liniowa, a jej nachylenie jest funkcją czasu opóźnienia pomiędzy punktami środkowymi przetworników wejściowego 20 i wyjściowego 22.

Figury 2A, 2B i 2C pokazują, jak można ustalać niezależnie charakterystykę amplitudową i fazową linii opóźniającej z falą powierzchniową. Fig. 2A przedstawia dwa przetworniki o ilości  $N$  cykli częstotliwości radiowej dla częstotliwości roboczej, dla których opóźnienie między ich środkami wynosi  $T_d = \frac{N'}{F_0} = \frac{N}{F_0}$ . Szerokość charakterystyki amplitudowej na poziomie  $-6\text{dB}$  względem

poziomu maksymalnego wynosi  $\frac{F_0}{N}$ , a całkowite przesunięcie fazowe w tym pasmie obliczone z

wyrażenia  $\frac{\Delta\theta}{\Delta F} = (-360^\circ) \frac{N'}{F_0}$  wynosi  $360^\circ$ . Minimalne nachylenie charakterystyki fazowej, jakie

można otrzymać dla każdej z częstotliwości roboczych dla przetworników o ilości  $N$  cykli czę-

stotliwości radiowej wynosi w pasmie  $6\text{dB}$   $\frac{F_0}{N}$  Fig.

2B również przedstawia dwa przetworniki o licz-

bie  $N$  cykli częstotliwości radiowej dla częstotli-

wości roboczej, dla których odpowiedź amplitudo-

wa jest taka sama jak dla przetworników z fig. 2A. Natomiast opóźnienie jest teraz 3 razy większe

niż poprzednio, wobec czego nachylenie charakterystyki fazowej jest również 3 razy większe. Na

fig. 2C opóźnienie, a więc i nachylenie charakterystyki fazowej jest identyczne jak dla linii z fig. 2B, ale długość linii zwiększono 3-krotnie. Spowodowało to zmniejszenie szerokości pasma linii opóź-

niającej z fig. 2C do jednej trzeciej szerokości pasma linii z fig. 2A i fig. 2B i tym samym przesunięcie kąta fazowego wynosi ponownie  $360^\circ$  w

pasmie  $6\text{dB}$ . Należy zauważyć, że jeśli linia opóź-

niająca ukształtowana jak na fig. 2B zostanie zastosowana w pętli sprzężenia zwrotnego generatora, mogą wystąpić oscylacje o różnych częstotli-

wościach w pasmie częstotliwości, dla którego istnieje właściwy kąt fazowy. Może to spowodować skokowe zmiany częstotliwości generatora. Charakterystyka amplitudowa linii opóźniającej powinna być możliwie największa dla danego na-

chylenia kąta fazy w celu zmniejszenia możliwości wspomnianych zmian częstotliwości.

Na fig. 3 przedstawiono schemat generatora według wynalazku z wykorzystaniem efektu fali powierzchniowej zawierającego wzmacniacz 10 na przykład wzmacniacz z tranzystorem typu npn. Wzmacniacz tranzystorowy pracuje w układzie ze wspólnym emiterem. Jest zrozumiałe, że może być użyty tranzystor typu pnp w przypadku zmiany polaryzacji stałego napięcia zasilającego oraz wykorzystane inne układy tranzystora, takie jak układ o wspólnej bazie i układ o wspólnym kolektorze w celu spełnienia innych wymagań stawianych przed generatorem i wykorzystania zalet poszczególnych układów pracy. Dodatni biegun źródła napięcia stałego dołączono do zacisku 30 jako źródło zasilania układu ze wspólnym emiterem. Rezystor 32, element czujnikowy 34 oraz rezystory 36 i 38 tworzą dzielnik dostarczający odpowiednich napięć polaryzujących odpowiednio dla kolektora 40 i bazy 42. Emiter 44 znajduje się na potencjale masy. Kondensatory 46, 48 i 50 zmieniają przebiegi zmienne do masy. Element czujnikowy 34 zapewnia temperaturową stabilizację rezystancji w obwodzie polaryzacji prądu stałego. Dopasowujący impedancje obwód wyjściowy 12, składa się z załączonych równolegle cewki indukcyjnej 54 i kondensatora 52. Pojemność obwodu wyjściowego 12 powiększona o pojemność wyjściową stopnia tranzystorowego, zrealizowanego na tranzystorze 10 oraz o pojemność wejściową elementu pracującego na zasadzie efektu fali powierzchniowej stanowi pojemność wynikową obwodu wyjściowego 12, dopasowującego impedancję wyjściową wzmacniacza tranzystorowego zrealizowanego na tranzystorze 10 do impedancji linii opóźniającej 16 z falą powierzchniową. Odczep 56 na cewce indukcyjnej 54 umożliwia dopasowanie impedancji obciążenia do impedancji wyjściowej wzmacniacza tranzystorowego 10. Kondensator sprzęgający 58 umożliwia doprowadzenie do zacisku 14, do którego dołączone jest obciążenie, jedynie sygnałów zmiennoprądowych. Linia opóźniająca 16 z efektem fali powierzchniowej jest zbudowana z dwóch przetworników 20 i 22 umieszczonych na piezoelektrycznym elemencie kwarcowym 24.

Charakterystykę amplitudową i fazową dopasowanej linii opóźniającej podaje fig. 4. Charakterystyka fazowa w pasmie przepustowym jest liniowa, a przesunięcie fazy w pasmie 6 dB o szerokości 1,8 MHz dla 300 MHz wynosi 360°. Zgodnie z założeniami, zewnętrzne przesunięcie fazy o  $\pm 30^\circ$  powoduje dewiację  $\pm 150$  kHz lub zapewnia szerokość pasma równego 300 kHz. Wyjście przetwornika 22 linii opóźniającej 16 z efektem fali powierzchniowej jest dołączone do bazy 42 wzmacniacza 10 tranzystorowego za pośrednictwem obwodu 18 dopasowującego impedancję 18.

Impedancyjny obwód dopasowujący 18 zawiera kondensator 60, którego pojemność uwzględnia pojemność wyjściowego przetwornika 22, kondensator 62, którego pojemność uwzględnia pojemność wejściową stopnia tranzystorowego, oraz cewkę indukcyjną 64. Impedancyjny obwód 18 dopasowuje impedancję linii opóźniającej z efektem fali powierzchniowej do impedancji wejściowej

wzmacniacza tranzystorowego 10. Rezystor 66 o małej wartości rezystancji załączonej w obwodzie bazy 42 wzmacniacza tranzystorowego 10, stanowiący obciążenie dla sygnałów o częstotliwości radiowej, zapobiega powstawaniu niepożądanych oscylacji układu tranzystorowego. Sygnał modulujący z niepokazanego źródła jest doprowadzany do zacisku 68. Jedną końcówkę kondensatora odsprężającego 70 dołączono do zacisku wejściowego 68, drugą końcówkę do jednego z końców rezystora 72. Drugi koniec rezystora 72 jest sprzężony z bazą 42 wzmacniacza tranzystorowego 10. Kondensator odsprężający 70 odspręża napięcie stałe od modulującego stopnia wejściowego, a rezystor 72 o dużej wartości rezystancji służy do regulacji czułości modulacji.

Generator według wynalazku jest generatorem samowzbudnym. Po doprowadzeniu napięcia stałego do wzmacniacza tranzystorowego 10, każde zakłócenie na jego wejściu jest wzmacniane i doprowadzane z powrotem do wejścia poprzez pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego. Linia opóźniająca 16 z falą powierzchniową z widma napięcia zakłócającego składową o żądanej częstotliwości podaje tę składową zakłócającą o właściwej częstotliwości w odpowiedniej fazie na wejście wzmacniacza. Proces regeneracyjny trwa dotąd, aż napięcie osiągnie wartość roboczą, przy której czas opóźnienia linii opóźniającej z falą powierzchniową określi częstotliwość sygnału wynikowego. Gdy generator osiągnie częstotliwość roboczą, można do wzmacniacza tranzystorowego 10 doprowadzić w dowolny sposób sygnał modulujący. Jednakże, jak wynika z fig. 3, zaleca się doprowadzić sygnał modulujący do bazy wzmacniacza tranzystorowego 10 w celu wykorzystania zmiany przesunięcia fazowego zapewnianego przez tranzystor na częstotliwości sygnału modulującego. Parametry robocze generatora fali powierzchniowej są następujące: częstotliwość środkowa 300,0 MHz, dewiacja częstotliwości  $\pm 150$  kHz, stabilność częstotliwości 60 kHz (przy zmianach temperatury od  $-20^\circ\text{C}$  do  $+70^\circ\text{C}$ ), moc wyjściowa sygnału częstotliwości radiowej 2mW, sprawność 15%.

Chociaż omówiono powyżej w szczegółowy sposób jeden tylko przykład korzystnego wykonania wynalazku, oczywistym jest, że możliwe są inne zmiany w nim nie odbiegające od zasadniczej idei wynalazku, znamienne podanymi dalej zastrzeżeniami.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Generator ze sprzężeniem zwrotnym zawierający pętlę generacyjną, w której znajduje się wzmacniacz i linia opóźniająca pracująca z wykorzystaniem fali powierzchniowej, która ma przetwornik wejściowy połączony z wzmacniaczem od strony wyjścia tego wzmacniacza i przetwornik wyjściowy podłączony do wzmacniacza od strony wejścia, przy czym linia opóźniająca z falą powierzchniową zawiera element z materiału piezoelektrycznego do przenoszenia powierzchniowych fal akustycznych, a pierwszy przetwornik jest połączony z powierzchnią elementu piezoelektrycznego dla wprowadzania do niego fal powierzch-

niowych, natomiast drugi przetwornik jest podłączony do powierzchni elementu piezoelektrycznego i oddzielony od pierwszego przetwornika w celu odpowiadania na wprowadzane fale, **znamienny tym**, że pierwszy przetwornik (20) i drugi przetwornik (22) mają pośrodku pomiędzy sobą wstępnie dobraną swobodną przestrzeń oraz z góry założoną ilość elektrod (26) do wytwarzania sygnału dodatniego sprzężenia zwrotnego o pożądanej charakterystyce fazowej i amplitudzie proporcjonalnej do nachylenia fazowego, przy czym sygnały te są wysyłane do wzmacniacza dla wytwarzania oscylacji o pożądanej częstotliwości bez skokowych zmian dla wytworzenia generatora o jakości po-

średniej pomiędzy generatorem typu L/C i generatorem krystalicznym i odznaczającego się częstotliwością o dobrej stabilności w założonym zakresie temperatur.

- 5 2. Generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pętla generacyjna zawiera obwód (12) dopasowywania impedancji włączony pomiędzy wejście linii opóźniającej (16) z falą powierzchniową i wejście wzmacniacza tranzystorowego (10) dla dopasowywania impedancji wzmacniacza (10) na wyjściu do impedancji linii opóźniającej (16) z falą powierzchniową oraz impedancji na wyjściu linii opóźniającej (16) z falą powierzchniową do impedancji wzmacniacza (10).

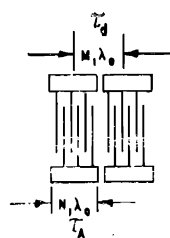


Fig. 2A

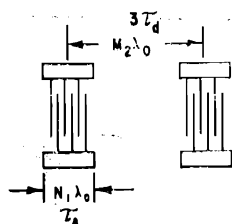
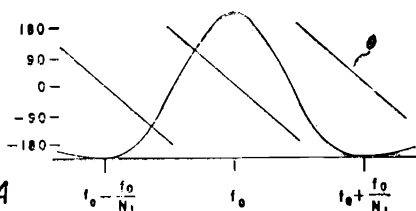


Fig. 2B

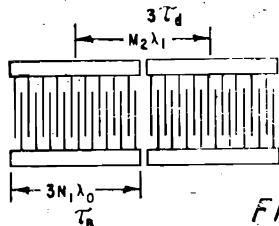
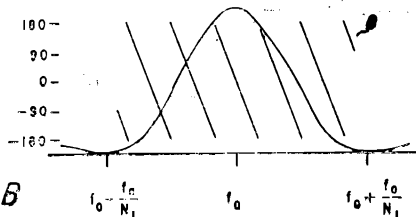


Fig. 2C

